

文章编号: 1005-8451 (2006) 03-0030-03

# 系统动力学在物流安全仓库控制中应用的研究

陈治亚, 刘立存

(中南大学 交通运输学院, 长沙 410075)

**摘要:** 主要介绍物流安全库存确定的新方法——系统动力学方法, 建立安全库存系统动力学模型, 对该模型进行运行及结果分析。

**关键词:** 安全库存; 订货提前期; 系统动力学; 控制

**中图分类号:** U29

**文献标识码:** A

## Research on application of system dynamics in safety stock control

CHEN Zhi-ya, LIU Li-cun

(School of Traffic and Transportation Engineering, Central South University, Changsha 410075, China)

**Abstract:** It was mainly introduced a new method in safety stock definition-system dynamic, established the system dynamics mode of safety stock, carried on the experience and analysis the result according to this model.

**Key words:** safe stock; ahead of order time; system dynamic; control

企业在生产过程中, 因不可预测因素而造成缺货的现象已屡见不鲜。为了保证物资供应的均衡性和连续性, 以使生产正常运行, 建立安全库存量作为缓冲是必不可少的。

尽管安全库存量可以避免因为缺货而造成的经济损失, 但同时也增加了保管费用, 如果保管费用的增加额较大, 企业仍可能因“顾此失彼”而得不偿失。因此, 如何根据供需状况确定合理的安全库存量是一个值得研究的课题。

## 1 安全库存概述

安全库存是指为了防止由于不确定性因素(如大量突发性订货、交货期突然延长等)而准备的缓冲库存。它的持有是由于需求预测的不确定性和因实际需求超过预期需求而产生物品短缺。

一方面, 提高安全库存水平能满足顾客对产品的满意度, 增加来自顾客的边际效益, 缩短顾客的响应时间; 另一方面, 提高安全库存水平的同时, 也增加了供应链中的库存持有成本, 这一点对于产品寿命周期短、需求不确定的高科技产业尤为重要, 较高的安全库存可抵消需求不确定性的影响, 但也会产生副作用, 随着新产品的上市, 对老产品的需

求降低, 现有库存可能成为过时产品。

因此, 供应链成功运作的关键是要采取必要的措施来降低安全库存水平而又不妨碍顾客对产品的需求, 如此就会产生如下的问题:

(1) 何为适当的安全库存水平?

(2) 应采取何种措施, 保证在降低安全库存水平的前提下, 提高顾客的满意度?

安全库存主要受以下几个因素的影响: 顾客期望的服务水平, 提前期的均值和标准方差, 需求的均值和标准方差。对企业的安全库存管理而言, 对顾客的服务水平、需求的均值和标准方差是对安全库存起作用, 但不属于企业系统能控制的因素; 提前期的均值和标准方差是企业系统可以控制的因素。根据实际的调查研究分析, 在供应链管理环境中, 通过供应商和运输商之间良好的合作关系可以使得供应的提前期平均值和变化减少, 从而有效地管理企业系统内部的安全库存。

当库存的可获得程度(服务水平)用订货周期内缺货概率大小来表示时, 安全库存是提前期内的客户服务水平和需求标准方差的函数:

$$SS = K\delta = K\sqrt{L^2\delta_d^2 + \delta_L^2 D^2} \quad (1)$$

$$K = F_d^{-1}(\text{CSL}) \quad (2)$$

SS: 安全库存; K: 安全因子(与期望客户服务水平有关);  $\delta$ : 提前期的需求标准方差; L: 平均提

收稿日期: 2005-11-06

作者简介: 陈治亚, 教授; 刘立存, 在读硕士研究生。

前期;  $D$ : 平均需求;  $\delta_D$ : 需求的标准方差;  $\delta_L$ : 提前期的标准方差;  $F$  为市场需求的分布函数, 其函数为正态分布。CSL 为期望服务水平 (数值为:  $1 - \text{缺货率}$ )。

一般情况下, 存货的需求服从正态分布。

通常情况下, 对顾客的服务水平可以用订货周期内的缺货率来衡量。在进行安全库存的控制时, 首先确定缺货率, 即确定对顾客的服务水平, 然后根据历史数据, 利用统计学的原理求得订货提前期的均值和方差, 然后利用市场需求符合正态分布的规律, 通过随机改变市场需求量的大小来确定安全库存的大小, 或者根据历史数据, 利用统计学的原理求得市场需求的均值和方差, 然后通过随机改变订货提前期的确定大小来确定在不同提前期下安全库存的大小。

这个决策过程可以通过建立系统动力学模型, 运用计算机仿真来进行, 为最后的安全库存大小的确定做辅助决策。

2 安全库存系统动力学模型的建立

系统动力学模型的重要特点之一就是它不依赖于使用数据的完全准确, 仍然能够相当精确地描述系统的行为。系统动力学理论认为: 系统的功能和行为取决于系统的信息反馈结构, 在建立模型时不仅要收集和反映系统外部现象的数据和图表, 而且要研究另一方面的信息就是关于系统结构的信息, 这些信息不能仅仅依靠统计数据获得, 因为统计数据只表示了系统行为现象的一小部分, 要构造一个能真实反映系统本质特征的模型就必须深入到系统中去, 观察那些不可测量的因果关系, 把系统的动态变化与其内部的反馈结构联系起来, 从而获得真实反映系统本质的模型, 而在确定了模型的正确结构以后, 即使所使用的数据不够准确, 模型也能正确的反映系统本质规律和行为特征。

根据系统动力学原理, 在系统规划阶段所需要的主要是系统行为规律和整体状态的信息, 据此即可对系统各种数据进行整理和分析, 建立系统动力学模型。

2.1 安全库存系统动力学的因果关系分析

由于社会系统的复杂性, 以至于无法凭借语言和文字对它的行为和结构做准确的描述, 为了解决这个问题, 为了便于掌握社会系统的构造和动态特

性, 以及便于人们关于系统特性的讨论和沟通, 系统动力学专家们研究出因果关系图这种表达方式。所以, 物流系统动力学分析首先应该用系统动力学因果关系图表示出系统的行为和结构, 为以后利用仿真语言编程和上机仿真做准备。因此, 首先画出安全库存系统的因果关系图 (如图 1) (注: 本文应用的系统动力学建模工具是 VENSIM)。

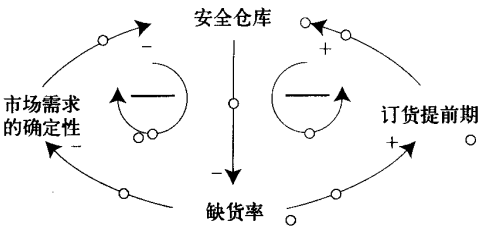


图 1 安全库存系统因果关系图

从因果关系图中可以看出, 一方面, 物流市场需求的稳定性越好, 安全仓库就越低。安全仓库越高, 缺货率就越低。另一方面, 缺货率越高, 将导致订货提前期的增长, 与此同时, 订货提前期的延长将导致安全仓库量的增加。

2.2 安全库存系统动力学模型的设计

因果关系图只描述了反馈结构的基本方面, 不能表示不同性质变量的区别。这就要求我们运用流程图来表示。现由安全库存关系的因果关系图画出它的流图 (如图 2)。

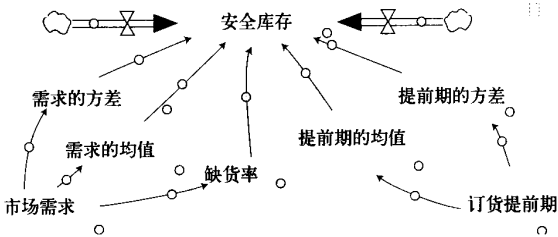


图 2 安全库存系统动力学系统流图

在构建完系统流图后, 根据企业的实际情况和经验性资料数据, 利用 VENSIM 提供的公式编辑器建立量化的系统模拟模型, 写出系统动力学方程:

- (1) 市场需求 =  $F(D, \delta_D^2)$ ,  $F$  为正态分布函数。
- (2) 缺货率 =  $1 - F_d^{-1}(CSL)$ ,  $CSL$  为顾客的期望服务水平。
- (3) 需求的方差 = 历史数据的样本估计方差。
- (4) 需求的均值 = 历史数据的样本估计平均值。

- (5) 提前期的方差 = 历史数据的样本估计方差。
- (6) 提前期的均值 = 历史数据的样本估计平均值。
- (7) 市场需求为 Table 数据 (保存历史数据)。
- (8) 订货提前期为 Table 数据 (保存历史数据)。

### 2.3 系统测试仿真

模型测试通过后,即可根据实际问题出发,从不同的角度研究模拟系统的内部行为特征。通过观察在既定参数值的模拟环境里,某一特定变量在整个研究周期内的输出值,可以为制定安全仓库决策提供辅助和参考。

仿真1:根据市场需求历史数据,计算出市场需求的均值和方差,同样,根据订货提前期的历史资料,计算出提前期的均值和方差,然后改变 CSL 的值(即改变服务水平),计算在不同的服务水平的要求下的安全仓库的大小。

仿真2:确定缺货率的大小,从而确定 CSL 的大小,与此同时,根据订货提前期的历史资料,计算提前期的均值和方差,然后通过计算机随机给出多个市场需求的数值,计算市场需求的均值和方差。最后得到不同市场需求条件下安全仓库的大小。

仿真3:确定缺货率的大小,从而确定 CSL 的大小,与此同时,根据市场需求历史数据,计算出市场需求的均值和方差,然后通过计算机随机给出一定约束条件下的多个订货提前期的数值,计算出订货提前期的均值和方差。最后得到不同的订货提前期条件下的安全仓库的大小。

## 3 结果分析

虽然系统模型与实际的情况没有完全吻合,但在一定的置信区间下还是成立的。从上面3个不同方面的仿真结果,我们可以得到以下的一些基本观点:

(1) 缩短供应商提前期  $L$ 。如果提前期  $L$  以  $K$  的速度降低,所需的安全库存会以  $K^{1/2}$  的速度下降,比  $L$  的下降速度慢。一方面,由于供方缺乏生产计划会导致供货不及时,使得提前期  $L$  延长。另一方面,若分销商一天之内同时收到几个订单的送货,而使货物不能及时入库,也会导致提前期  $L$  的延长。因此,要求供应方加强计划性,按订单要求同时安排生产;同时,订货方应在订货周期内分层次性订货,以防止送货拥挤,无谓延长提前期,这都有利于降低安全库存。

(2) 减少潜在的需求不确定性 ( $\delta_D$ ),二者同比例增减。在大多数供应链中,减少预期不确定性的方法是根据整个供应链中顾客需求数据来进行预测,由于供应链节点企业各自独立计划和预测,从而造成了需求的不确定性。这可通过获取及时的市场信息,增加库存决策信息的透明性和可靠性、实时性,及采用先进的预测方法或加强上下游节点企业间的合作来达到。

(3) 通过风险分担,也可以降低安全库存。特别是把各地的需求集合起来处理,可降低需求的变动性,即一个顾客的高需求会被另一个顾客的低需求所抵消,从而降低需求的变动性,进而降低安全库存。

## 4 结束语

在供应链管理中,影响安全库存的不确定性因素很多,既有来自供方的,也有来自需方的,应根据实际情况,具体问题具体分析,采取合理的方式减少不确定性。

通过加强企业合作,提高信息共享程度,减少信息传递的长鞭效应,协调库存管理,采用先进的库存管理方法,可保证在加强提高客户反应的基础上降低库存水平,努力达到供应链库存管理的最高理想—实现供应链管理的无缝连接,消除供应链企业之间的高库存现象。

系统动力学应用于安全仓库的控制,其方法简便并且实用,使系统开发工作中充分考虑了系统的动态行为特性,深化了对库存系统本质的认识,丰富了管理支持手段,是改善库存管理系统开发工作的一条很有价值的途径。

### 参考文献:

- [1] 丁立信. 物流系统工程[M]. 北京:清华大学出版社,2000. 195—210.
- [2] 谢如鹤. 物流系统规划原理与方法[M]. 北京:中国物资出版社,2004. 21—29, 121—142.
- [3] 陆俊强. 系统动力学方法在超市配送中心库存策略中的运用[J]. 实用物流技术,2001(6).
- [4] 韩宇鑫. 基于时间优化的安全库存管理[J]. 商业研究,2004(12).
- [5] 周柏翔. 供应链管理中安全库存水平不确定因素的测定方法研究[J]. 工业技术经济,2004,23(6).